Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد هشتم، شماره چهارم، ۱۳۹۷
http://ejsms.gau.ac.ir

بررسی پالایش سیانید خاک با کاشت وتیور (*Vetiveria zizanioides*)

***علیرضا منصوریان[۱]، آتوسا وزیری[۲]، محمدرضا زمانی[۳] و فاطمه حیدریان نائینی[۴]**

[۱]گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور، [۲]استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور، [۳]استاد گروه زیست فناوری مولکولی گیاهی، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، [۴]استادیار گروه زیست‌شناسی، مؤسسه غیرانتفاعی نوردانش

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۵

چکیده

سابقه و هدف: سیانید یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های خاک و محیط زیست است. در سال‌های اخیر پژوهشگران پرشماری کاهش میزان سیانید را با روش‌های فیزیکی، شیمیائی و بیولوژی مورد بررسی قرار داده‌اند. گیاه‌پالائی یکی از روش‌های نوین برای کاهش و پالایش آلاینده‌های خاک و آب است. هدف اصلی این پژوهش، بررسی توانایی پالایش آلودگی سیانید خاک توسط گیاه وتیور است.

مواد و روش‌ها: برای ارزیابی اثربخشی گیاه‌پالائی گیاه وتیور در غلظت‌های مختلف سیانید، آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی در سال ۱۳۹۶ به اجرا در آمد. بعد از فراهم نمودن گیاهچه‌های وتیور (*Vetiveria zizanioides*) در گلدان‌های حاوی غلظت‌های مختلف سیانید کشت گردید. هفت تیمار با غلظت‌های مختلف در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت (میانگین میزان سیانید در خاک G، ۱۴/۳۷ mg/kg، خاک F، ۱۰/۱۳ mg/kg، خاک E، ۸/۰۹ mg/kg خاک D، ۷/۵۳ mg/kg، خاک C، ۳/۳۲ mg/kg، خاک B، ۲/۵۲ mg/kg و خاک A بدون سیانید (به‌عنوان شاهد)). در دو دوره زمانی دو ماهه و چهار ماهه میزان سیانید کل خاک و گیاه با دستگاه تقطیر اندازه‌گیری گردید. میزان طول گیاه، برگ و ریشه‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج با نرم‌افزار SPSS15 و آزمون‌های توکی و تی (Paired Samples T Test) مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج بیانگر آن است که افزایش میزان سیانید تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های رویشی گیاه وتیور داشت. بیش‌ترین میزان طول برگ، ریشه و گیاه در تیمار A و کم‌ترین میزان در تیمار G بود همچنین میزان سیانید در برگ‌ها و ریشه‌های گیاه وتیور افزایش. مقایسه میزان سیانید در دو ماه و چهار ماه نشان‌دهنده کاهش میزان سیانید با گذشت زمان در گیاه بود و میزان سیانید در خاک تیمارهای مختلف کاهش معنی‌داری داشت.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج بیانگر آن بود که افزایش میزان سیانید در خاک منجر به تغییرات در خصوصیات مورفولوژیکی گیاه وتیور گردید. گیاه وتیور مقاومت بسیار بالائی نسبت به سیانید خاک نشان داد و با گذشت زمان میزان سیانید خاک و گیاه کاهش یافت که بیانگر تجزیه سیانید توسط گیاه است.

واژه‌های کلیدی: خاک‌های آلوده، سیانید، گیاه پالائی، وتیوریا زیزانیایدس

* مسئول مکاتبه: mansoorian211@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سیانید به شکل‌های متنوع به مقدار زیاد در طبیعت وجود دارد و در صنایع مختلف استفاده می‌شود. سیانید یک ماده بسیار خطرناک است و در صورتی که از ضایعات صنایع حذف و پالایش نگردد تأثیرات زیست‌محیطی فراوانی به همراه خواهد داشت که در حال حاضر نیز در محدوده معادن طلا و نقره در دنیا سیانید تأثیرات زیست‌محیطی فراوانی به همراه داشته است (۱) بسیاری از کشورها با مسأله زیست‌محیطی سیانید به‌ویژه در استخراج طلا روبرو هستند به‌عنوان مثال منفجر شدن محفظه نگهداری در معدن طلا در شمال‌غرب رومانی نزدیک شهر بای مار[1] که ۱۰۰۰۰۰ کیلوگرم سیانید در رودخانه آزاد گردید (۲).

فرآیند سیانیداسیون که برای استخراج طلا استفاده می‌شود بیش از ۲۰ درصد تولید سیانید جهانی را شامل می‌شود. با در نظر گرفتن تمامی تمهیدات فیزیکی و زهکشی‌هایی که در معادن صورت می‌گیرد هم‌چنان عواملی وجود دارند که در پراکندگی سیانید مؤثرند که شامل مشخصات کیفی باطله‌های تخلیه‌شده در سد باطله، تخریب دیواره‌های درونی و بیرونی به‌وسیله آب، باد و ته‌نشینی ناشی از آن‌ها، روش ایزوله‌سازی سد باطله، شیب دیواره خارجی سد باطله، ضخامت دیواره جهت جلوگیری از رسوخ باطله به درون آب‌های جاری در زمان وقوع حوادث مختلف، ساختار سیستم زهکشی جهت کنترل نشت سد، محاسبه سطح سد بر اساس تعادل میان نرخ تبخیر و ته‌نشینی می‌باشند (۳). در حال حاضر به‌منظور حذف پساب آلوده به سیانید از روش‌های شیمیایی و فیزیکی استفاده می‌گردد که این روش‌ها بسیار پرهزینه بوده و فرآیند تجزیه به‌صورت ناقص انجام می‌شود و در اثر ترکیب با فلزات موجب تولید ترکیبات خطرناک‌تر دیگری می‌شود (٤). در صنعت برای حذف سیانید، این ترکیبات را دفن می‌کنند، که در این روش، نه تنها سیانید تجزیه نمی‌شود، بلکه بقایای آن، حتی با گذشت زمان، برای حیات گیاهان، حیوانات و انسان بسیار خطرناک است (۵).

سیانید با پیوند با یون‌های ضروری کوفاکتورهای متالوآنزیم‌ها به‌عنوان مثال پیوند با یون‌هائی مانند منیزیم، منگنز، روی و به‌ویژه آهن و تشکیل فروسیانید از فعالیت آنزیم‌ها (کاتالاز، پراکسیداز و ...) جلوگیری می‌کند. سیانور مهارکننده سیتوکروم C اکسیداز زنجیره انتقال الکترون میتوکندریائی است و با از کار انداختن سیتوکروم C اکسیداز زنجیره انتقال الکترون قطع شده و منجر به تشکیل رادیکال‌های آزاد و در نهایت تخریب فسفولیپیدهای غشا و عدم تکمیل زنجیره انتقال الکترون می‌گردد (٦ و ۷).

البته در فرایند تولید اتیلن در گیاهان سیانید تولید شده و این سیانید در مسیر بتاسیانوآلانین منجر به تولید آسپارتات، آسپارژین و آمونیم می‌گردد و می‌تواند در فقدان نیتروژن به‌عنوان منبع نیتروژن فعالیت کند. آزمایش‌های انجام گرفته بر روی گندم و سورگوم با نیتروژن نشاندار سیانید در حضور و فقدان نیترات و یا آمونیوم نشان داد که میزان نیتروژن در ساقه‌های سورگوم در غلظت کم‌تر از ۵۰ میکرومول افزایش یافت و در گندم با غلظت ۲۰۰ میکرومول سیانید غلظت نیتروژن نشاندار در ساقه افزایش یافت. تشکیل سیانوآلانین با استفاده از سیستئین، سیانوآلانین سنتتاز و سیستئین سنتتاز انجام می‌گردد (۸). آنزیم نیتریلاز و نیتریل هیدراتاز نیز سیانوآلانین را به آسپارژین یا آسپارتات و آمونیم تبدیل می‌نماید. آسپارژیناز نیز آسپارژین را به آسپارتات تبدیل می‌کند (۲ و ۹).

بررسی گیاه‌پالائی سیانید و فنل از فاضلاب‌های صنعتی با گیاه *Eichhornia crassipes* (سنبل آبی) نشان داد که سنبل آبی علاوه بر حذف فنل، توانائی

1- Baia Mare

www.SID.ir

Archive of SID

برطرف کردن سیانید را به‌طور نسبی از فاضلاب‌های صنعتی دارد (۱۰).

پژوهش‌های فراوانی بر روی توانائی گیاهان مختلف (مانند بید، توس، اکالیپتوس و ...) برای استخراج، تجمع و تجزیه انواع سیانیدهای آهن انجام گرفته است. بیش‌تر آزمایش‌ها در محلول‌های هیدروپونیک و با غلظت‌های پایین سیانید بوده است که با شرایط واقعی متفاوت است. تراپ و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که صنوبر در محلول هیدروپونیک مشخصی با ۰/۲۵ میلی‌گرم در لیتر پورسین بلو (اسید سیانیدریک) بیش از ۱۹ روز بدون اثرات سمی زنده ماند و تنها مقدار اندکی میزان تنفس کاهش یافت (۱۱). البته مشخص شده که سیانید در پوترسین بلو به‌صورت زیستی در دسترس نمی‌باشد بنابراین مانند سیانید یا سیانید آهن سمی نیست. همچنین پژوهش‌های اندکی در خصوص گیاه‌پالائی سیانید آهن انجام گرفته است. مطالعه استفاده از بید، صنوبر و توس در یک شرکت گاز در آلمان نشان داد که غلظت سیانید در برگ‌های درختان تا ٤ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر در سال ۲۰۱۱ و ۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر در سال ۲۰۱۲ و ۲۵ میلی‌گرم در وزن تر در سال ۲۰۱۳ مشاهده شد. میزان سیانید آهن در برگ‌ها در سال اول بسیار ناچیز ولی در سال‌های بعد افزایش یافت (۱۲).

در پژوهش دیگری در چین، پاسخ‌های متابولیک و زیست دگرگونی‌های گیاهان به سیانید در گیاه بید مجنون (*Salix babylonica*) در محیط هیدروپونیک با سیانید پتاسیم مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای مختلف فیزیولوژیک برای تعیین سمیت سیانید اگزوژن انتخاب شدند. این یافته‌ها پیشنهاد می‌کند که گیاه بید یکی از موارد بسیار مناسب برای زیست‌پالائی و یا گیاه‌پالائی سیانید است (۱۳).

در یک مطالعه گیاه‌پالائی برای برطرف کردن سیانید از محیط، دو گونه سیانوژنیک *Sorghum bicolor*، *Linum usitassium* و یک گونه غیرسیانوژنیک *Panicum virgatum* برای یک دوره ۲۰۰ روزه انتخاب شدند تا میزان برطرف کردن سیانید از خاک بررسی گردد. هر دو گیاه سیانوژنیک در انتها مقدار زیادی سیانید آهن در خاک را برطرف نمودند در صورتی که مقدار کمی از سیانید در محیط گیاه غیرسیانوژنیک برطرف شده بود (١٤). در یک مطالعه گیاه‌پالایی سیانید، در کارخانه گاز (Holte) در دانمارک، از درختان بید (*Salix*) و elder black (*Sambucus nigra*) استفاده گردید و کاهش میزان سیانید در خاک آلوده مشاهده گردید (۱۵). در پژوهشی در دانشگاه صنعتی اصفهان، امکان‌سنجی و بررسی پتانسیل گیاه‌پالائی توسط گیاهان غیرچوبی در پاک‌سازی خاک آلوده به سیانور بررسی گردید که در این پژوهش، گیاهان سورگوم، فستوکا با اندفایت و فستوکا بدون اندوفایت استفاده شد که در نهایت گیاه سورگوم راندمان بهتری نسبت به گیاهان فستوکا نشان داد (١٦).

هدف اصلی این پژوهش بررسی حذف یا کاهش سیانید از خاک‌های آلوده و فاضلاب‌های صنعتی با استفاده از تکنیک گیاه‌پالائی بود که این کار می‌تواند علاوه بر این‌که ایمنی کارکنان صنایع مختلف را تامین نماید، می‌تواند تأثیرات زیست‌محیطی این ماده سمی را نیز کاهش دهد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، نهال‌های ۳ ماهه گیاه *Vetiveria zizanioides* از مرکز پرورش وتیور در رامهرمز تهیه گردید. برای تهیه تیمارها از پساب معدن طلا استفاده شد. با توجه به این‌که پساب‌ها در سد باطله در

www.SID.ir

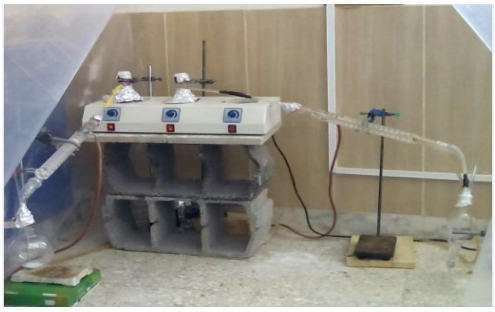
Archive of SID

مساحت‌های بسیار بزرگ نگهداری می‌شوند و در معرض نور خورشید قرار داده تا خشک شوند و امکان استفاده از پساب محلول برای پژوهش وجود نداشت بنابراین از پساب خشک شده از سد باطله استفاده گردید. نمونه‌برداری از سد باطله به‌صورت تصادفی از چندین منطقه انجام گرفت. ابتدا میزان سیانید در آن اندازه‌گیری شد. با توجه به میزان بالای سیانید، پساب با خاک معمولی به نسبت‌های مشخص ترکیب شده و تیمارهای مختلف به‌دست آمد. تیمار اول تنها از خاک معمولی ۱۰۰۰ گرم (تیمار A به‌عنوان تیمار شاهد)، تیمار دوم ۲۰۰ گرم پساب با ۸۰۰ گرم خاک معمولی (تیمار B)، تیمار سوم ۲۵۰ گرم پساب با ۷۵۰ گرم خاک معمولی (تیمار C)، تیمار چهارم ۳۳٤ گرم پساب با ٦٦٦ گرم خاک معمولی (تیمار D)، تیمار پنجم ۵۰۰ گرم خاک معمولی با ۵۰۰ گرم پساب (تیمار E)، تیمار ششم ۷۵۰ گرم پساب با ۲۵۰ گرم خاک معمولی (تیمار F) و تیمار هفتم ۱۰۰۰ گرم پساب بدون خاک معمولی (تیمار G) استفاده شد و در مجموع هفت تیمار و هر کدام در سه تکرار، بیست و یک گلدان تهیه شد (شکل ۱).

مرحله آبدهی به گلدان‌ها در حجم بسیار کم انجام شده و تنها سطح خاک مرطوب شد تا سیانید از گلدان‌ها خارج نگردد و همچنین با یک پیمانه مشخص میزان آبیاری برای تمام گلدان‌ها یکسان آبیاری گردید تا شرایط برای همه یکسان باشد. لازم به توضیح است یک تیمار نیز گلدان‌ها با خاک حاوی سیانید و بدون گیاه استفاده شد تا تأثیر میزان آبیاری بر میزان سیانید سنجش شود. کاشت گیاهان برای یک دوره دو ماهه و یک دوره چهار ماهه در نظر گرفته شد. در ابتدا، بعد از دو ماه و بعد از چهار ماه میزان سیانید خاک اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری سیانید خاک و گیاه با روش استاندارد EN ISO 14403:2002 و با طراحی دستگاه تقطیر انجام گردید. در این روش ابتدا نمونه خاک در محلول اسیدی (اسید سولفونیک) قرار گرفته و با حرارت تبخیر و سیانید به شکل گاز از لوله منتقل شده و سپس به‌صورت مایع با سود NaOH پیوند می‌دهد به این صورت تمام صورت‌های مختلف سیانید یعنی سیانید آزاد و کمپلکس مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد (۱) (شکل ۲). طول گیاه، برگ و ریشه نیز بعد از یک دوره چهار ماه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (۱۷).

شکل ۱- نمائی از گلدان‌ها.

Figure 1. Picture of pots.



شکل ۲- نمائی از دستگاه تقطیر.

Figure 2. Distillation machine.

تجزیه آماری داده‌ها: تجزیه و تحلیل آماری نتایج حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS15 و میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه‌ای توکی، t زوجی و تحلیل واریانس در سطح پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند و نمودارها توسط EXCEL ترسیم شدند. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلوموگراف

www.SID.ir

Archive of SID

اسمیرونوف استفاده گردید و مشخص گردید تمام داده‌ها نرمال هستند. آزمون تحلیل واریانس برای بررسی داده‌ها انجام شد با توجه به P value که بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است نشانگر همگن بودن و برابری واریانس نمونه‌ها است (برای هر خصوصیت جداگانه با آزمون لون انجام گردید).

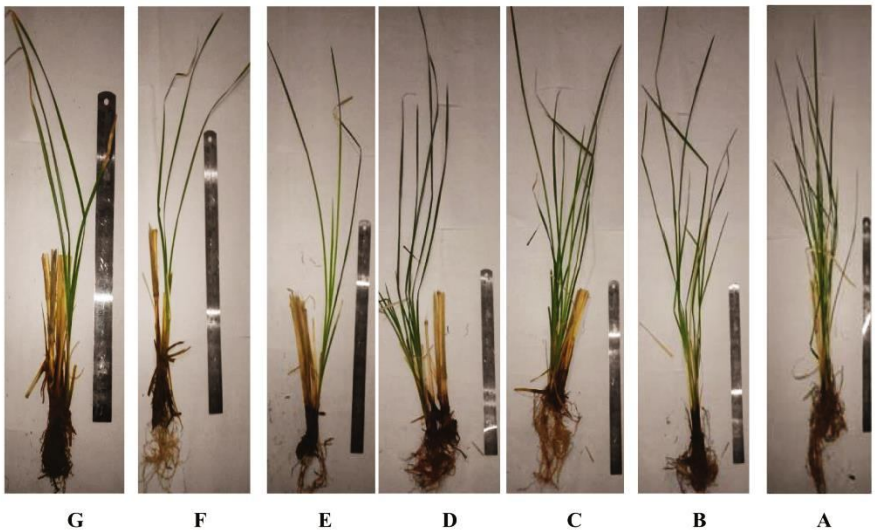
نتایج

بررسی خصوصیات مورفولوژیکی: برای این کار ۳ ویژگی میزان طول گیاه، برگ و ریشه مورد مقایسه قرار گرفت (شکل ۳).

بررسی میزان طول گیاه، طول برگ و طول ریشه بعد از ٤ ماه: مقایسه تیمارهای مختلف از لحاظ آزمون طول گیاهان با آزمون توکی بیانگر آن است که ۵ گروه از لحاظ طول گیاه تشکیل شده است. با توجه به معیار تصمیم‌گیری P value= ۰/۲۳۹ تیمار G و F در یک گروه قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری بین اعداد آن‌ها مشاهده نشد. همچنین بین تیمار C و B با توجه به P value= ۰/۱۵۲ تفاوت معنی‌داری بین این دو گروه مشاهده نشد (شکل ٤).

مقایسه تیمارهای مختلف از لحاظ آزمون طول برگ گیاهان با آزمون توکی بیانگر آن است که ۵ گروه لحاظ طول برگ گیاه تشکیل شده است با توجه به معیار تصمیم‌گیری P value= ۰/۸۸۵ تیمار G و F در یک گروه قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری بین اعداد آن‌ها مشاهده نشد. همچنین بین تیمار C و B با توجه به P value= ۰/٦٦۰ تفاوت معنی‌داری بین این دو گروه مشاهده نشد (شکل ٤).

مقایسه تیمارهای مختلف از لحاظ آزمون طول ریشه گیاهان با آزمون توکی بیانگر آن است که ۵ گروه لحاظ طول ریشه گیاه تشکیل شده است با توجه به معیار تصمیم‌گیری P value= ۰/۱٤۲ تیمار E و F در یک گروه قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری بین اعداد آن‌ها مشاهده نشد و بین تیمار E و D با توجه به P value= ۰/۹٦۰ نیز تفاوت معنی‌داری بین این دو گروه دیده نشد. بین گروه A و B با توجه به P value= ۰/۰٦٤ که بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است بیانگر برابری میانگین‌ها در این دو گروه است (شکل ٤).



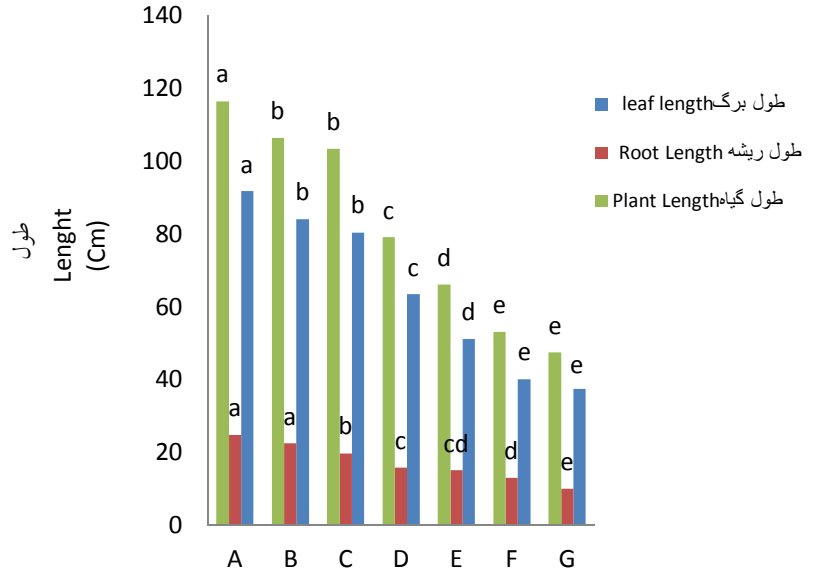
شکل ۳- گیاهان تحت تیمار.

(تیمار A شاهد، تیمار B، ۲۰ درصد حاوی پساب آلوده، تیمار C، حاوی ۲۵ درصد پساب آلوده، تیمار D حاوی ۳۳ درصد پساب آلوده، تیمار E حاوی ۵۰ درصد پساب آلوده، تیمار F حاوی ۷۵ درصد پساب، تیمار G حاوی ۱۰۰ درصد پساب)

Figure 3. Treated Plants.

www.SID.ir

Archive of SID

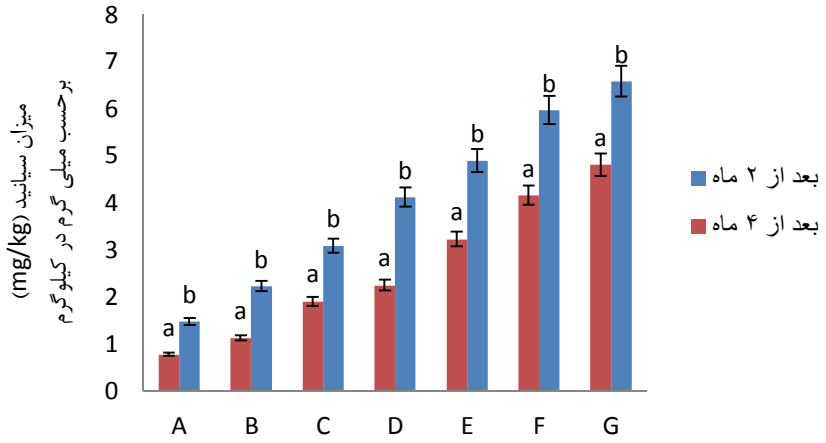


شکل ٤- مقایسه میانگین خصوصیات مورفولوژیکی گیاهان تحت تیمارهای مختلف (حروف مشابه در هر ویژگی بیانگر عدم تفاوت میانگین‌ها است).

(تیمار A شاهد، تیمار B، ۲۰ درصد حاوی پساب آلوده، تیمار C، حاوی ۲۵ درصد پساب آلوده، تیمار D حاوی ۳۳ درصد پساب آلوده، تیمار E حاوی ۵۰ درصد پساب آلوده، تیمار F حاوی ۷۵ درصد پساب، تیمار G حاوی ۱۰۰ درصد پساب)

Figure 4. Mean comparison for morphological features of plants.

مقایسه میزان سیانید در ریشه‌های گیاهان تحت تیمارهای مختلف (در زمان‌های ۲ ماه و ٤ ماه): اندازه‌گیری سیانید خاک بعد از دو ماه و بعد از چهار ماه بیانگر تفاوت معنی‌دار بین میانگین میزان سیانید بین ۲ ماه و ٤ ماه است و با افزایش زمان، میزان سیانید در گیاهان نیز در هر تیمار کاهش یافت (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میزان سیانید ریشه‌های گیاهان تحت تیمارهای مختلف (در زمان‌های ۲ ماه و ٤ ماه).

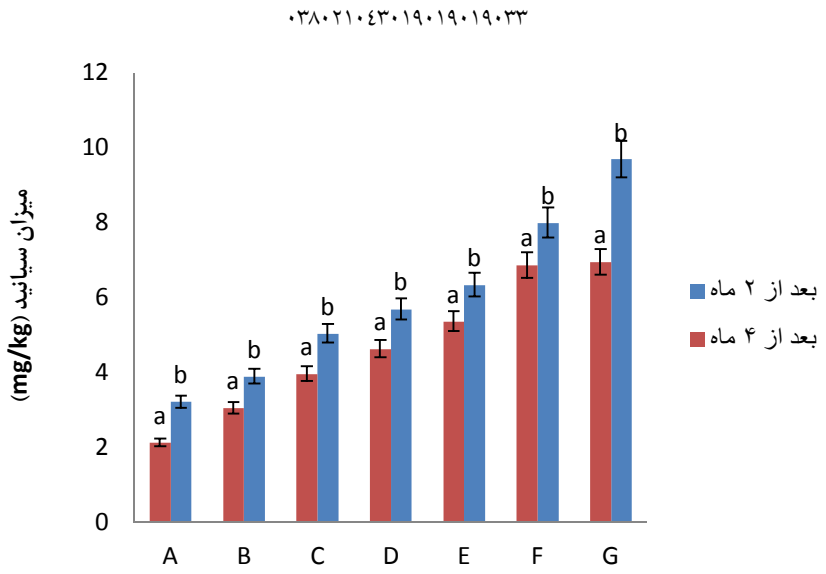
(تیمار A شاهد، تیمار B، ۲۰ درصد حاوی پساب آلوده، تیمار C، حاوی ۲۵ درصد پساب آلوده، تیمار D حاوی ۳۳ درصد پساب آلوده، تیمار E حاوی ۵۰ درصد پساب آلوده، تیمار F حاوی ۷۵ درصد پساب، تیمار G حاوی ۱۰۰ درصد پساب) (حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت میانگین‌ها است)

Figure 5. Mean comparison for cyanide concentration of plant root.

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی میزان سیانید در برگ‌های گیاهان تحت تیمارهای مختلف (در زمان‌های ۲ ماه و ٤ ماه): نتایج بیانگر تفاوت معنی‌دار بین میانگین میزان سیانید بین ۲ ماه و ٤ ماه است و با افزایش زمان میزان سیانید در گیاهان نیز در هر تیمار کاهش یافت (شکل ٦).



شکل ٦- مقایسه میزان سیانید برگ‌های گیاهان تحت تیمارهای مختلف (در زمان‌های ۲ ماه و ٤ ماه) (حروف مشابه در هر گروه بیانگر عدم تفاوت میانگین‌ها است).

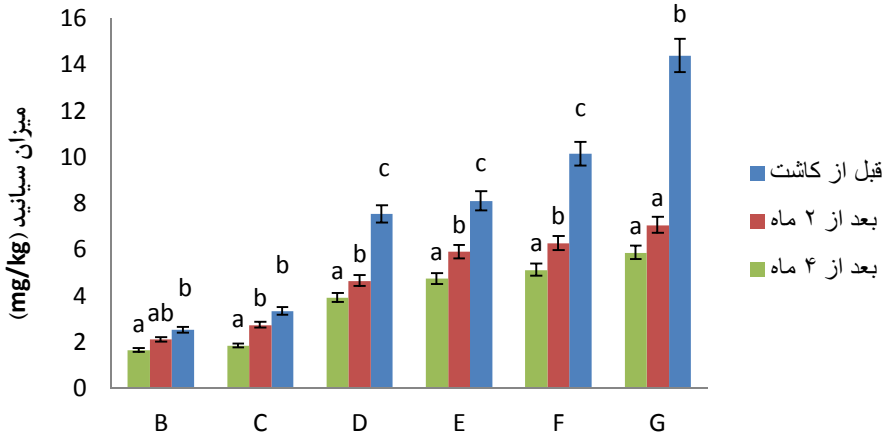
(تیمار A شاهد، تیمار B، ۲۰ درصد حاوی پساب آلوده، تیمار C، حاوی ۲۵ درصد پساب آلوده، تیمار D حاوی ۳۳ درصد پساب آلوده، تیمار E حاوی ۵۰ درصد پساب آلوده، تیمار F حاوی ۷۵ درصد پساب، تیمار G حاوی ۱۰۰ درصد پساب) (حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت میانگین‌ها است)

Figure 6. Mean comparison for cyanide concentration of plant leaf.

بررسی تأثیر زمان و تیمارهای مختلف بر روی میزان سیانید خاک: بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش زمان، میزان سیانید نیز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت با توجه به معیار تصمیم‌گیری P value= ۰/۰٦۸ برای تیمار B در ابتدا و بعد از دو ماه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی تفاوت معنی‌داری بین میزان سیانید در ابتدای کاشت و بعد از چهار ماه کشت گیاه مشاهده گردید. با توجه به معیار تصمیم‌گیری P value= ۰/۱۸٦ برای تیمار C در ابتدا و بعد از دو ماه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی تفاوت معنی‌داری بین میزان سیانید در ابتدای کاشت و بعد از چهار ماه کشت گیاه مشاهده گردید. با توجه به آزمون توکی برای تیمارهای D، E و F بین میزان سیانید در ابتدا، بعد از دو ماه و بعد از چهار ماه اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید و هر یک در گروه جداگانه‌ای قرار می‌گیرد. با توجه به معیار تصمیم‌گیری P value= ۰/۰۸۹ برای تیمار **G** در بعد از دو ماه و بعد از چهار ماه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی تفاوت معنی‌داری بین میزان سیانید در ابتدای کاشت و بعد از دو و چهار ماه کشت گیاه مشاهده گردید (شکل ۷).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- بررسی میزان سیانید در خاک در ابتدا، بعد از دو ماه و بعد از چهار ماه (حروف مشابه در هر ویژگی بیانگر عدم تفاوت میانگین‌ها است).

(تیمار A شاهد، تیمار B، ۲۰ درصد حاوی پساب آلوده، تیمار C، حاوی ۲۵ درصد پساب آلوده، تیمار D حاوی ۳۳ درصد پساب آلوده، تیمار E حاوی ۵۰ درصد پساب آلوده، تیمار F حاوی ۷۵ درصد پساب، تیمار G حاوی ۱۰۰ درصد پساب) (حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت میانگین‌ها است)

Figure 7. Mean comparison for cyanide concentration of soil in before planting, two and four month.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به هدف اصلی این پژوهش مبتنی بر بررسی کاهش میزان سیانید خاک با کاشت گیاه وتیور و اندازه‌گیری میزان سیانید در خاک و گیاه، نتایج نشان داد که با کاشت وتیور میزان سیانید خاک به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت و با توجه به تولید سیانید در فرایند تولید هورمون اتیلن در گیاهان، مقداری از میزان سیانید در گیاهان از سیانید خاک جذب شده و مقداری نیز توسط خود گیاه در اثر تنش سیانید در فرایند تولید اتیلن ایجاد شده است که این مقدار بعد از دو ماه اندازه‌گیری شد و نشان از افزایش سیانید در گیاه و کاهش آن در خاک دارد. بعد از گذشت زمان و فعالیت آنزیم بتاسیانوآلانین سنتاز که وظیفه تبدیل سیانید به اسید آمینه‌های آسپارتات و آسپارژین را دارد میزان سیانید در گیاه نیز کاهش یافته و بدین‌ترتیب مقاومت و سازگاری گیاه با محیط نیز افزایش می‌یابد.

هورمون اتیلن یکی از مهم‌ترین هورمون‌های گیاهی است که در هنگام تنش در گیاهان به‌عنوان پاسخ تولید می‌گردد البته تا حدی نیز در شرایط معمولی اتیلن تولید می‌گردد ولی در شرایط تنش میزان آن چندین برابر می‌گردد (۱٦). اتیلن در گیاهان از متیونین و از طریق حد واسطهای اس آدنوزین متیونین (SAM) و آمینوسیکلوپروپان کربوکسیلیک اسید (ACC) ساخته می‌شود و در حین فرایند تبدیل آمینوسیکلوپروپان کربوکسیلیک اسید به اتیلن سیانید تولید می‌گردد (۱۷). البته در شرایط معمولی و فاقد تنش این سیاند در گیاهان توسط آنزیم بتاسیانوآلانین سنتاز و طی چند مرحله ابتدا به بتاسیانوآلانین و سپس به آسپارژین و آسپارتات تبدیل می‌گردد ولی در شرایط تنش در تمام گیاهان در حین تولید اتیلن سیانید تولید شده ذخیره و یا تبدیل به مواد سیانوژنیک می‌گردد. با توجه به این‌که روش اندازه‌گیری سیانید در این پژوهش اندازه‌گیری سیانید کل است تمام سیانید در گیاهان مانند سیانید آزاد، سیانید کمپلکس یا سیانید در ترکیبات سیانوژنیک نیز اندازه‌گیری می‌گردد (۱٦).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج در خصوص خاک نیز نشان داد که بعد از گذشت ٤ ماه میزان سیانید خاک به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافته و به‌ویژه در خاک G که بیش‌ترین میزان سیانید در ابتدای آزمایش داشت نتایج بهتر و میزان سیانید بسیار کاهش یافته است. در آزمایش انجام گرفته بر روی گیاه سورگوم، نشان داده شده که سورگوم در غلظت‌های بالاتر از ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم توانایی بقا نداشته و از بین می‌رود (۲).

نتایج بیانگر آن است که در تیمار G غلظت سیانید خاک از ١٤/٣٧ به ٥/٨٥ (حدود ٦٠ درصد)، در تیمار F سیانید خاک از ١٠/١٣ به ٥/١١ (حدود ٥٠ درصد)، تیمار E سیانید خاک از ٨/٠٩ به ٤/٧٣ (حدود ٤٢ درصد)، تیمار D سیانید خاک از ٧/٥٣ به ٣/٩ (حدود ٤٨ درصد)، تیمار C سیانید خاک از ٣/٣٢ به ١/٨٣ (حدود ٤٥ درصد) و تیمار B سیانید خاک از ٢/٥٢ به ١/٦٣ (حدود ٣٦ درصد) کاهش یافته است. مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج ابس (۲۰۱۰) نشانگر آن است که در مقایسه با کاهش سیانید در خاک توسط سورگوم و گندم، گیاه وتیور علاوه بر این‌که مقاومت و پایداری بالایی نشان داد، میزان سیانید در خاک را نیز به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش داده است و از این جنبه گیاه مناسبی برای پالایش سیانید محسوب می‌گردد. کاهش ویژگی‌های موروفولوژیکی گیاه وتیور نیز در راستای مقاومت این گیاه با تنش سیانید است ولی کاهش ویژگی‌های مورفولوژیک تأثیر چندانی بر رشد گیاه نگذاشته و گیاه به حیات خود ادامه داده است.

منابع

1. Dwivedi, N., Balomajumder, C., and Mondal, P. 2016. Comparative evaluation of cyanide removal by adsorption, biodegradation and simultaneous adsorption and biodegradation (SAB) process using Bacillus cereus and almond shell. J. Environ. Biol. 37: 4. 551-556.
2. Ebbs, S.D., Kosma, D.K., Nielson, E.H., Machingura, M., Baker, A.J., and Woodrow, I.E. 2010. Nitrogen supply and cyanide concentration influence the enrichment of nitrogen from cyanide in wheat (*Triticum aestivum* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Plant, cell & environment journal. 33: 7. 1152-1160.
3. Torbati, S. 2017. Feasibility Study on Phytoremediation of Malachite Green Dye from Contaminated Aqueous Solutions Using Watercress (*Nasturtium Officinale*). Iran. J. Health Environ. 9: 4. 503-516.
4. Piotrowska-Długosz, A. 2017. The Use of Enzymes in Bioremediation of Soil Xenobiotics. Xenobiotics in the Soil Environment. Pp: 243-265.
5. Ghasemi, R., and Mokhtari, R. 2013. Resistance to cyanide by salicylate pretreatment in *Salix babylonica* L. Theoretical and Experimental Plant Physiology. 25: 4. 275-282.
6. Hong, L., Banks, M., and Schwab, A. 2008. Removal of cyanide contaminants from rhizosphere soil. Bioremed. J. 12: 4210-215.
7. Rehman, H.M., Shah, Z.H., Nawaz, M.A., Ahmad, M.Q., Yang, S.H., and Kho, K.H. 2017. Beta-cyanoalanine synthase pathway as a homeostatic mechanism for cyanide detoxification as well as growth and development in higher plants. Planta. Pp: 1-24.
8. Kumar, R., Saha, S., Dhaka, S., Kurade, M.B., Kang, C.U., and Baek, S.H. 2017. Remediation of cyanide-contaminated environments through microbes and plants: a review of current knowledge and future perspectives. Geosystem Engineering. 20: 1. 28-40.
9. Wachirawongsakorn, P., Jamnongkan, T., and Latif, M.T. 2015. Removal of Cyanide-Contaminated Water by Vetiver Grasses. Modern Applied Science. 9: 13. 252-268.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Machingura, M., Salomon, E., Jez, J.M., and Ebbs, S.D. 2016. The β-cyanoalanine synthase pathway: beyond cyanide detoxification. Plant, cell and environment. 39: 10. 2329-2341.
11. Trapp, S., and Christiansen, H. 2003. Phytoremediation of Cyanide-Polluted Soils. Phytoremediation: transformation and control of contaminants. Pp: 829-862.
12. Dimitrova, T., Repmann, F., Raab, T., and Freese, D. 2015. Uptake of ferrocyanide in willow and poplar trees in a long term greenhouse experiment. Ecotoxicology. 24: 3. 497-510.
13. Yu, X.Z., Gu, J.D., and Liu, S. 2007. Biotransformation and metabolic response of cyanide in weeping willows. J. Hazard. Mater. 147: 3. 838-844.
14. Whankaew, S., Machingura, M., Rhanor, T., Triwitayakorn, K., and Ebbs, S. 2014. Interaction of cyanide uptake by sorghum and wheat with nitrogen supply. J. Soil Sci. Plant Nutr. 14: 2. 332-347.
15. Larsen, M., Trapp, S., and Pirandello, A. 2004. Removal of cyanide by woody plants. Chemosphere. 54: 3. 325-333.
16. Taebi, A., Jeirani, K., Mirlohi, A., and Zadeh Bafghi, A. 2008. Phytoremediation of cyanide-polluted soils by non-woody plants. J. Isfahan Univ. Technol. 11: 42. 515-523. (In Persian)
17. O'leary, B., Preston, G.M., and Sweetlove, L.J. 2014. Increased β-cyanoalanine nitrilase activity improves cyanide tolerance and assimilation in Arabidopsis. Molecular plant. 7: 1. 231-243.

www.SID.ir

Archi

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 8(4), 2019
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

The Study of Remediation in Soil Cyanide Using *Vetiveria Zizanioides*

***A.R. Mansoorian[1], A. Vaziri[2], M.R. Zamani[3] and F. Heidaryan Naeini[4]**
[1]Dept. of Biology, Payame Noor University, [2]Assistant Prof., Dept. of Biology, Payame Noor University, [3]Professor, Dept. of Plant Molecular Biotechnology, National Institute for Genetic Engineering and Biotechnology, [4]Assistant Prof., Dept. of Biology, Nour Danesh Institute of Higher Education
Received: 10.07.2017; Accepted: 08.27.2018

Abstract

Background and Objectives: Cyanide is one of the most important contamination in the soil and environment. In recent years, researchers have studied the decline in cyanide levels by physical, chemical and biological methods. The phytoremediation is one of the new methods for reducing and refining soil and water contaminants. The main objective of this research is to investigate the Phytoremediation of cyanide with vetiver plant.

Materials and Methods: A greenhouse experiment was conducted in a greenhouse experiment in a randomized design with three same samples in a research greenhouse in 1396 to evaluate the effectiveness of vetiver plant in different concentrations of cyanide. After providing the vetiver seedlings (*Vetiveria zizanioides*), they were grown in pots containing different concentrations of cyanide. Seven treatments of different concentrations were used in this experiment (mean cyanide content in soil G, 14.37 mg/kg, F soil, 13.77 mg/kg, E soil, 8.09 mg/kg, D soil, 7.53 mg/kg, soil C, 3.23 mg/kg, soil B, 2.52 mg/kg and soil A without cyanide (as control)). In two periods of two and four months, the amount of cyanide of the whole soil and plant was measured by distillation machine. The length of plant, leaf and roots were also evaluated and the results were analyzed by SPSS15 software and Paired Samples T test was evaluated.

Results: The results indicated that the increase in cyanide content had a significant effect on vegetative characteristics of the plant and the highest leaf, root and plant length were in treatment A and the lowest in treatment of G and the amount of cyanide in the leaves and roots of the plant had been increased. However, by comparing the amount of cyanide in two months and four months, cyanide amounts decreased over time in the plant and the level of cyanide in the soil of different treatments was significantly lower in terms of cyanide content.

Conclusion: In general, the results indicate that increasing cyanide content in the soil leads to changes in the morphological characteristics of the plant and vetiver plant has a very high resistance to soil cyanide and over time, the amount of cyanide in the soil decreases and the amount of cyanide in the plant has been reduced.

Keywords: Cyanide, Phytoremediation, Soil, Vetiver

* Corresponding Author; Email: mansoorian211@yahoo.com

www.SID.ir

www.SID.ir